



Jori Saaranen

LKT ARKKI 2 -LINJAN KENTTÄVÄYLIEN ENNAKKOHUOLLON KEHITTÄMINEN

LKT ARKKI 2-LINJAN KENTTÄVÄYLIEN ENNAKKOHUOLLON KEHITTÄMINEN

Jori Saaranen
Opinnäytetyö
Kevät 2012
Automaatiotekniikan koulutusohjelma
Oulun seudun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun seudun ammattikorkeakoulu
Automaatiotekniikka, Insinööri

Tekijä(t): Jori Saaranen

Opinnäytetyön nimi: LKT arkki 2 -linjan kenttäväylien ennakko-
huollon kehittäminen

Työn ohjaaja(t): Tero Hietanen

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2012 Sivumäärä: 42 + 3 liitettä

Työ tehtiin Rautaruukki Oyj Raahen tehtaan korjaamolle. Työn tarkoitus oli kehittää Leikattujen kelatuotteiden nauhalevyleikkauslinja 2:n Profibus-kenttäväylien ennakko-
huoltoa. Työssä mitattiin ProfiTrace-väyläanalyysointilla linjan Profibus DP -väylät ja parannettiin heikoimmissa kunnossa olleiden väylien jännite- ja signaalitasoja. Lisäksi tarkasteltiin väylien rakenteita dokumenteista ja kentällä toteutetuista kaapeloinneista sekä etsittiin muita mahdollisia häiriö-
nähäyttajia.

Työssä tutkittiin tarkemmin oikaisuvalssaimen, leikkauslinjan sekä paketoit-
tujen väylien, koska nämä olivat väyläanalyysointien perusteella heikoimmissa kunnossa. Väylien dokumentointiin, kaapelointiin sekä väyläanalyyseihin perehdyttiin ja sen perusteella tehtiin korjaavia toimenpiteitä.

Työn lopputuloksena saatiin erittäin hyvä pohja nauhalevyleikkauslinja 2:n kenttäväylien ennakko-
huollolle. Heikoimmassa kunnossa olleiden kenttäväylien jännite- ja signaalitasot saatiin korjattua hyvälle tasolle. Nyt tehdyt mittaukset toimivat tulevaisuudessa tapahtuvien ennakko-
huoltomittauksien vertailupohjana.

Asiasanat: Profibus, ProfiTrace, kenttäväylä, väyläanalyyssi, ennakko-
huolto

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
SISÄLLYS	4
1 JOHDANTO	6
2 LEIKATUT KELATUOTTEET	7
3 PROFIBUS-KENTTÄVÄYLÄ	10
3.1 Profibus-kenttäväylä	10
3.2 Profibus DP	10
3.3 DP-väylän rakenne ja suunnittelu	12
3.3.1 Kaapelointi	13
3.3.2 Maadoitukset	15
3.3.3 Liittimet	16
3.3.4 Terminointi	17
3.4 DP-väylän signaalihäiriöt	18
3.5 Väylälaitteet	19
3.5.1 Master-laite	19
3.5.2 OLM–Optical Link Module	19
3.5.3 Toistimet	20
3.5.4 Muuntimet kahden erilaisen kenttäväylän välille	20
3.6 Kenttälaitteet	20
3.7 ProfiTrace-väyläanalysaattori	21
3.7.1 ProfiTrace	21
3.7.2 ScopeWare	22
3.7.3 BarGraph	23
3.7.4 Topology Scan	24
3.7.5 ProfiCaptain	25
4 KENTTÄVÄYLIEN TOIMINTAVARMUUDEN KEHITTÄMINEN	26
4.1 Dokumentointi	26
4.2 Väyläanalyysi	27
4.2.1 Oikaisuvalssain	27

4.2.2 Paketointilinja	30
4.2.3 Arkki3-linja	33
4.3 Korjaavat toimenpiteet	35
4.4 Ennakkohuollon suunnittelu	36
5 POHDINTA	38
LÄHTEET	41
Liite 1 Ennakkohuoltopalaverin pöytäkirja	
Liite 2 Oivan väylädokumentti	
Liite 3 Leikkauslinja DP1 -väylädokumentti	

1 JOHDANTO

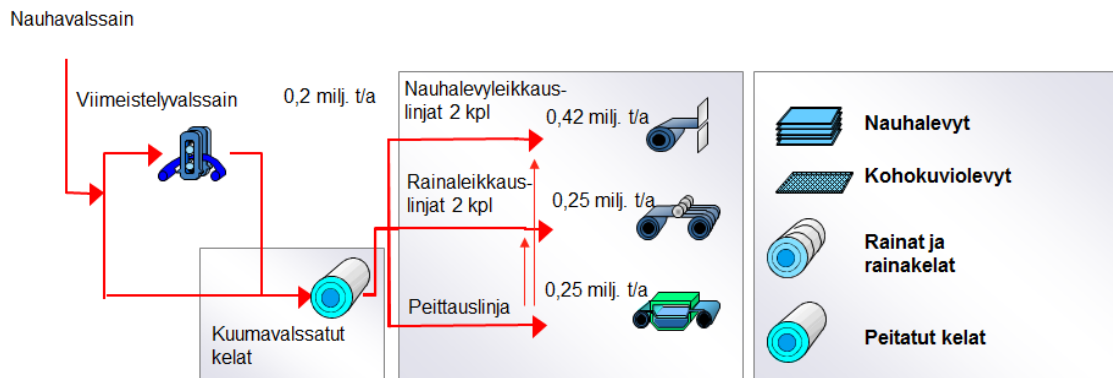
Opinnäytetyö on tehty Rautaruukin Raahen tehtaalle. Raahen tehtaalla tuotetaan 2,8 Mt terästä malmista ja kierrätysteräksestä. Tehtaalla tehdään erilaisia levy- ja nauhatuotteita asiakkaiden tarpeen mukaan. Levytuotteisiin kuuluvat muun muassa polttoleikatut levyt, taivutetut levyt, muotopolttoleikatut levyt sekä suihkupuuhdistetut ja suojamaalatut levyt. Nauhatuotteina tehdään erilaiset kohokuviolevyt, rainat, nauhalevyt ja peitattut kelat.

Opinnäytetyön tarkoitus on kehittää nauhalevyleikkauslinja 2:n eli arkki 2 -linjan kenttäväylien ennakkohuoltoa. Nauhalevyleikkauslinja 2:n Profibus DP -kenttäväylillä ei ole ennakkohuoltosuunnitelmaa. Profibus DP -väyliä ei ole mitattu väyläanalysaattorilla käyttöönottovaiheessa eikä niiden kuntoa ole tarkastettu säännöllisesti.

Työssä mitataan väyläanalysaattorilla arkki 2 -linjan kenttäväylät ja tehdään korjaavia toimenpiteitä heikoimmassa kunnossa oleville kenttäväylille. Kenttäväylien rakennetta tarkastellaan dokumentointien ja kentällä toteutettujen kaapelointien perusteella. Lisäksi etsitään kenttäväylistä mahdollisia muita häiriön aiheuttajia. Opinnäytetyön tarkoitus on saada vertailupohja tulevaisuudessa tehtäville kenttäväylämittauksille, jonka perusteella voidaan tehdä ennakoivaa kunnossapitoa ilman tuotannon katkoksia.

2 LEIKATUT KELATUOTTEET

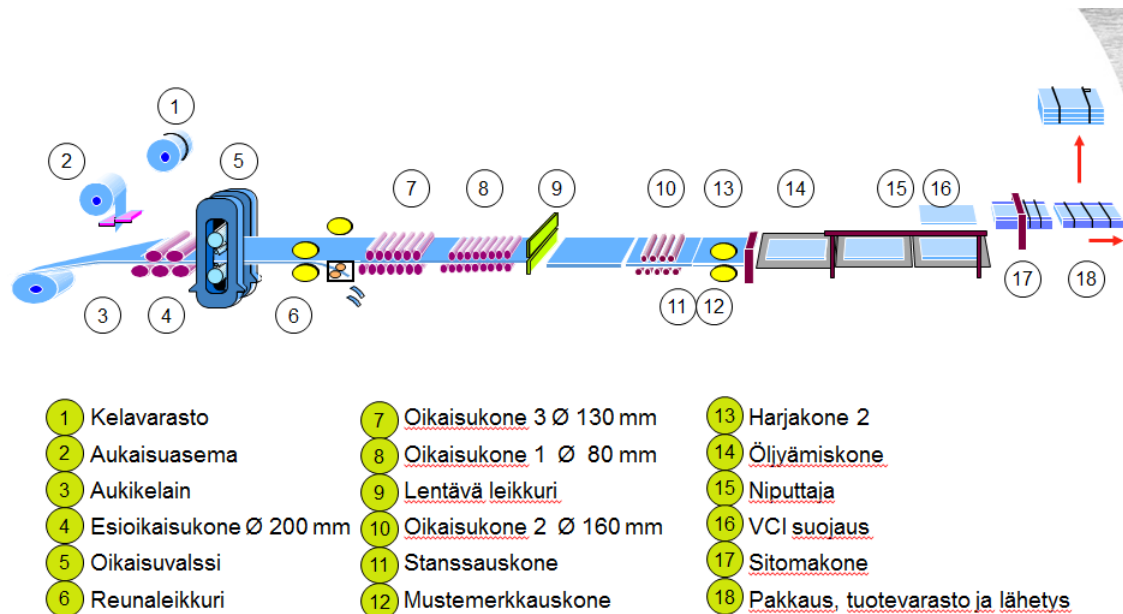
Leikatut kelatuotteet on tuotanto-osasto, jossa kelatuotteet jatkojalostetaan asiakkaiden tilausten mukaan. Osasto rakentuu kuudesta eri tuotantolinjasta, jotka ovat Peittauslinja, Nauhalevyleikkaus- ja paketointilinja 2, Nauhalevyleikkaus- ja paketointilinja 3, Viimeistelyvalssain sekä Rainalinjat 1 ja 2. Leikattujen kelatuotteiden tuotantokaavio on esitetty kuvassa 1. Teräsnauha viimeistellään viimeistelyvalssaimella, jossa sen tasomaisuutta parannetaan. Peittauslinjan tarkoitus on puhdistaa kemiallisesti suolahappoliuoksella teräsnauha, joka huuhdellaan ja kuivataan ja suojataan suojaöljyllä tarpeen tullen. Rainalinjalla nauhakela leikataan pituussuuntaisesti kapeiksi nauhoiksi eli rainakeloiksi. Nauhalevyleikkauslinjalla nauhakeloista tehdään asiakkaan tilauksen kokoisia teräslevyarkkeja, jotka niputetaan linjalla. Tuotantolinjojen viimeinen osaprosessi on paketointi, missä tuote suojataan. Suojauksen jälkeen tuotteet lastataan kuorma-autoon, junaan tai laivaan ja toimitetaan asiakkaalle.



KUVA 1. Leikattujen kelatuotteiden tuotantokaavio (Leikattujen kelatuotteiden esittely 2011, Dia 2)

Nauhalevyleikkauslinja 2 tuotti vuonna 2009 noin 220,000 t peltiä. Käsiteltävien kelojen maksimi kelapaino on 35 t ja aukaistuna nauhojen pituus tulee olla 1500–12300 mm. Nauhan leveys on valssausreunoin 860–1860 mm ja leikatuin reunoilla 830–1830 mm sekä nauhan paksuus tulee olla 2–15 mm.

Nauhalevyleikkauslinjan toiminta alkaa kelanaukaisuasemalta, mihin nauhakela tuodaan kelavarastosta (kuva 2). Nauhakela aukaistaan sidonnasta aukaisuasemalla ja nauhanpää leikataan tasaiseksi päätyleikkurilla. Päädyn leikkaaminen helpottaa nauhan ajamista pujotusvaiheessa. Aukaisuasemalta kelat siirretään kelavaunulla aukikelaimelle, jossa kela aukaistaan jotta pystytään ajamaan linjan lävitse. Aukaistu nauha esioikaistaan esioikaisukoneessa. Esioikaisukoneessa on viisi rullaa, joilla oikaisu tapahtuu. Oikaisukone on FIMI:n toimittama ja teholtaan 140 kW. Seuraavaksi aukaistu nauha menee harjakone 1:lle, jossa nauha puhdistetaan hilseestä. Puhdistuksen jälkeen nauha oikaistaan oikaisuvalssilla. Oikaisuvalssi on BWG:n toimittama ja sen oikaisuvalssien taivutusvoima on 120 t. Valssauksen jälkeen nauhan reunat leikataan reuna-
leikkurilla oikeaan leveyteen 830–1830 mm.



KUVA 2. Nauhalevyleikkauslinja 2:n yleiskuvaus (Leikattujen tuotteiden yleisesittely. 2011)

Reunaleikkurin jälkeen nauha oikaistaan oikaisukone 3:lla. Oikaisun lisäksi nauhasta poistetaan jännitykset taivutuksen avulla. Tämän jälkeen linjassa on toinen oikaisukone 1, jota käytetään ohuiden materiaalien oikaisuun. Oikaistu nauha leikotaan levyarkeiksi lentävällä leikkurilla, joka on mekaaninen teräleikkuri ja jonka teho on 108 kW. Lentävä leikkuri leikkaa nimensä mukaan lennosta, joten linjan ei tarvitse pysähtyä leikkauksen ajaksi. Tämä onnistuu leikkurin

liikkuvan leikkausvaunun avulla. Arkkien leikkaamisen jälkeen arkit vielä oikaitaan oikaisukone 2:lla. Levyjen merkkaukset tapahtuu stanssauslaitteella ja mustamerkkauksella ja arkkilevyt puhdistetaan harjalaitteella 2. Puhdistuksen jälkeen tapahtuu arkkien suojaaminen suojaamisöljyllä öljylaitteella asiakkaan tilauksen mukaan. Tämän jälkeen levyarkit niputetaan mekaanisesti niputtajassa, maksimissaan 8000 kg:n nippuihin. Viimeinen toimenpide ennen lastaamista on levyjen korroosiosuojaus, joka suojaa levyjä ilmankosteudelta ja epäpuhtauksilta kuljetuksen aikana.

3 PROFIBUS-KENTTÄVÄYLÄ

3.1 Profibus-kenttäväylä

Profibus eli oikealta nimeltään Process Field Bus on kenttäväylä, joka on esitelty ensimmäisen kerran vuonna 1989 ja joka on nykyisin yleisessä käytössä teollisuus-, prosessi- ja rakennusautomaatiossa. Se on standardoitu kenttäväylä, joka perustuu EN 50 170 -standardiin. Profibus-väylään voi liittää eri valmistajien laitteita, jotka ovat yhteydessä toisiinsa väylän avulla. Nopeat aikakriittiset tiedonsiirrot ja vaikeat kommunikointitehtävät onnistuvat Profibus-väylän avulla. (Vacon 2011.)

3.2 Profibus DP

Profibus Decentralized Periphery eli Profibus DP tarkoittaa hajautettua järjestelmää, joka on laitteiden väliseen nopeaan tiedonsiirtoon tarkoitettu kenttäväyläratkaisu. Tämä kenttäväylä toimii automaatiojärjestelmän ja hajautetun laitetason välisenä keskusteluyhteytenä. (Vacon 2006, 7.)

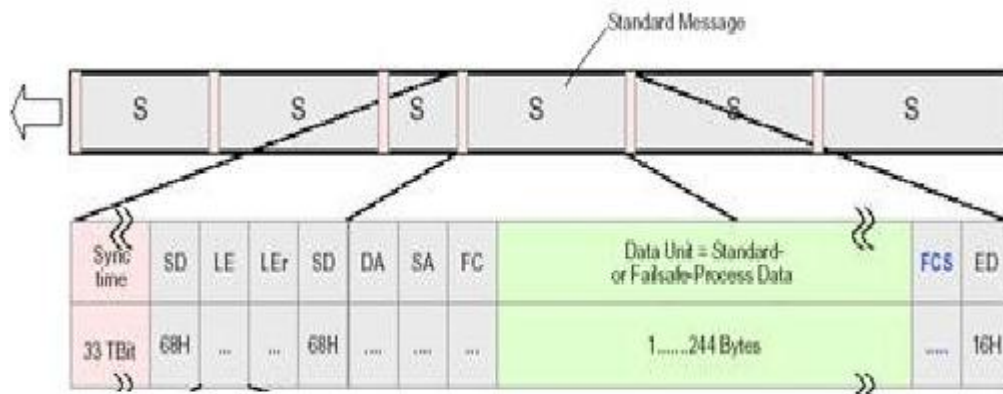
Profibus DP:stä on olemassa kommunikaatiotapojen perusteella kolme eri versiota. Versiot ovat DP-V0, DP-V1 ja DP-V2. Versio valitaan sen perusteella, onko käytössä master-slave-, master-master- vai slave-slave -kommunikointi. DP-V0 on master-slave -laitteiden välistä peruskommunikointia tukeva versio, joka sisältää synkronisen tiedonsiirron, laitekohtaisen diagnostiikan ja laitteiden lisäämisen. DP-V1 on periaatteessa laajennusosa DP-V0:lle, koska se tuo lisäominaisuuksia edellä mainittuun. DP-V1 sisältää asynkronisen tiedonsiirron, jolloin laitteita voidaan parametroida ja kalibroida ajon aikana. DP-V2 on uusin ja kattavin versio Profibus DP:stä. Sen avulla slave-slave-kommunikointi on mahdollista, ja väylän kuormitusta saadaan pienemmäksi, kun datan ei tarvitse kulkea master-laitteen kautta. (Process field bus 2011.)

Profibus DP -väylässä voidaan käyttää useita eri nopeuksia prosessin nopeudesta riippuen. DP-väylän nopeus on nopeudesta 9,6 kbit/s aina 12,000 kbit:iin/s. Väylänopeuden kasvaessa kaapelointien sallitut pituudet lyhenevät, jos käytössä ei ole toistimia. Kuvassa 3 on esitetty teoreettiset maksimipituudet kaapeloinnille, kun tiedetään käytettävä tiedonsiirtonopeus. (Profibus Technology and Application 2002, 7.)

Siirtonopeus	Segmentin maks. kaapelipituus (m)
9,6 ... 187,5 kilobaudia	1000
500 kilobaudia	400
1,5 megabaudia	200
3 ... 12 megabaudia	100

KUVA 3. Profibus DP -väylän tekniset ominaisuudet (Referenssikäsikirja 2003, 394)

Profibus-väylän tiedonsiirto tapahtuu standardiviestissä, joka on esitetty kuvassa 4. Alkuerottimella SD (Start Delimiter) erotetaan standardiviestistä uusi sanomakehys. Profibus DP-väylä käyttää neljää erilaista alkuerotinta sen mukaan, onko kyseessä pyyntö jollekin laitteelle vai vastaus joltakin laitteelta. Lisäksi on viides alkuerotin lyhyttä sanomaa varten. Seuraavana on tavu LE (Length of Telegram), joka määrittää sanoman muuttuvan tiedon pituuden. Standardi sallii 244 tavun mittaisen sanoman. Tämä LE kahdennetaan eli toistetaan seuraavassa LEr (Length of Telegram redundant)-tavussa. Edellä mainittujen tavujen jälkeen tulee tavu, johon sijoitetaan orjalaitteen 8-bittinen osoite eli sen laitteen osoite, jolta tietoja halutaan kysellä. Tämän jälkeen standardiviestiin tulee master-laitteen osoite. Seuraava tavu FC (Function Code) kertoo, mikä viestityyppi kyseessä, minkä tyypin laite keskustele ja onko viesti kuitattu vai ei. Viimeinen sanomakehysten tavu on ED (End Delimeter) eli loppuerotin. (Introduction to Profibus DP 2002, 16–20.)

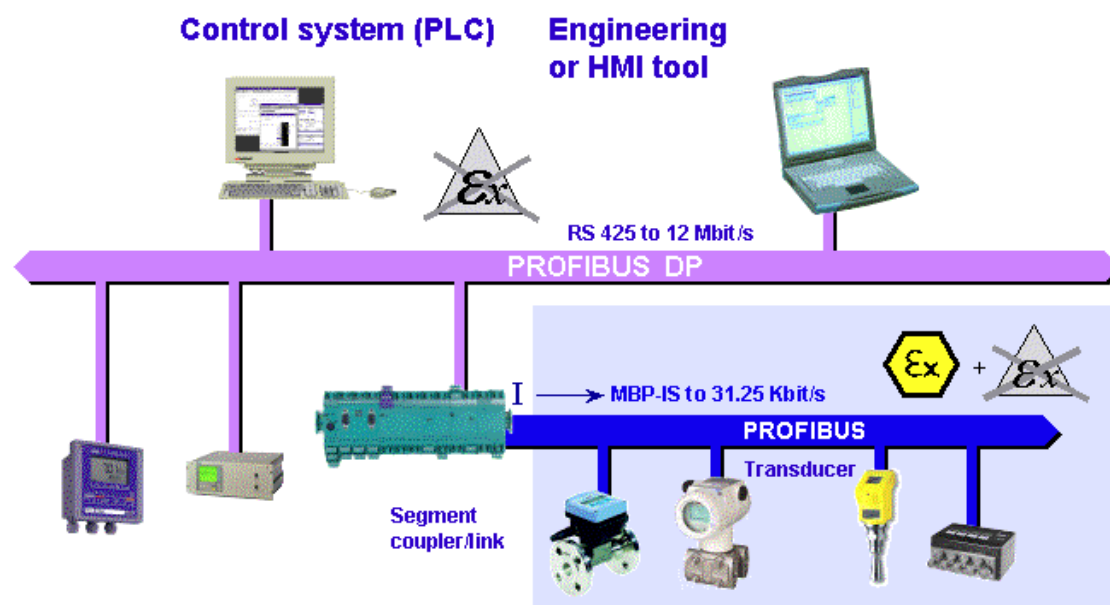


KUVA 4. Profibuksen sanomakehysrakenne (Profibus Protocol)

3.3 DP-väylän rakenne ja suunnittelu

Profibus DP -väylää suunniteltaessa on otettava huomioon muutamia väylän toiminnankannalta tärkeitä asioita, kuten etäisyydet, laitemäärät ja mahdolliset sähkömagneettiset häiriöt. Nämä seikat ratkaisevat sen, kuinka väylää aletaan suunnittelemaan. (Installation Guideline for Planning 2009, 172.)

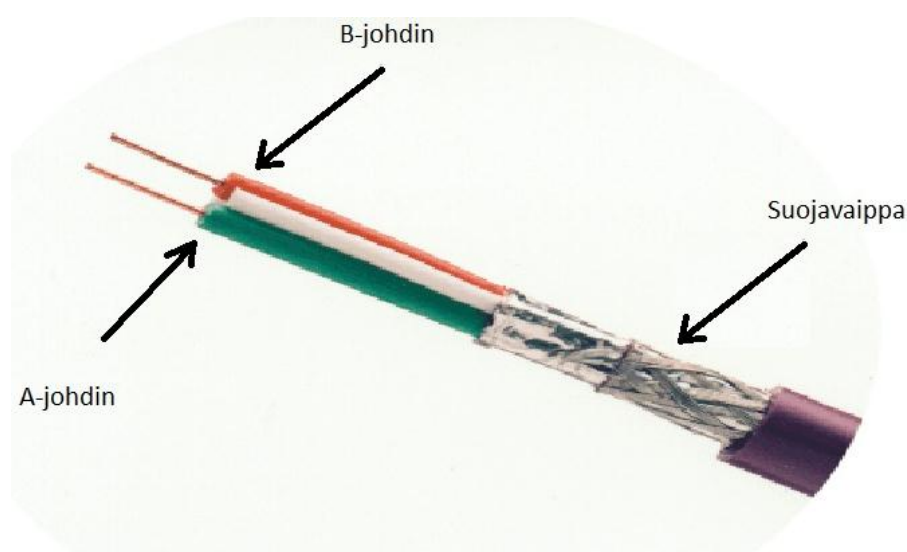
Profibus DP -väylä rakennetaan väylätopologialla. Tämä tarkoittaa sitä, että väylä kaapeloidaan laitteelta laitteelle ja molempiin päihin väylää kytketään terminoinnit eli päätevastukset. Väylätopologiaa käytettäessä tulee väylästä lähteviä sivuhaaroja välttää. Muitakin väylätopologioita on käytetty, mutta ne eivät ole suositeltavia. Väylässä voi olla 32 laitetta ilman toistinta ja toistimien kanssa maksimissaan 126 laitetta. Toistimia saa olla maksimissaan yhdeksän samassa väylässä. Kuvassa 5 on esitetty DP-väylän rakenne. (Profibus Technology and Application 2002, 8.)



KUVA 5. Profibus DP -väylän rakenne (Profibus Technology and Application 2002, 9)

3.3.1 Kaapelointi

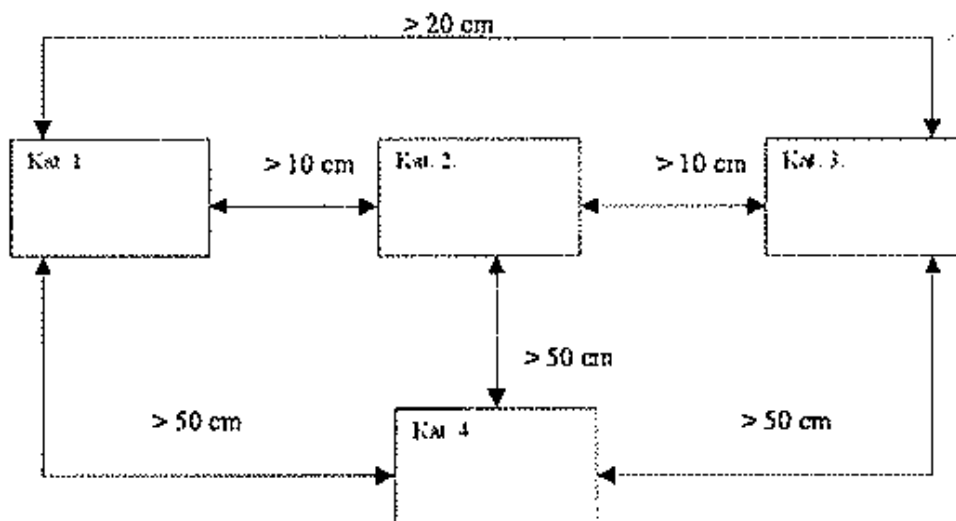
Kaapelointi tapahtuu Profibus DP -väylään tarkoitetulla kaapelilla. Kaapeli (kuva 6) koostuu kahdesta datajohtimesta ja kuparivaipasta. Kuparivaippa toimii häiriösuojana ja maadoitusjohtimena. Datajohtimista vihreä on johdin A ja punainen datajohdin B. Datajohdin A kytketään D-liittimen pinniin 3 ja datajohdin B pinniin 8 (kuva 9).



KUVA 6. Profibus-kaapelin rakenne (Kaapelia väylään 2009)

Kaapelointi tulee suorittaa prosessiin sopivalla kaapelilla. Kaapeloinnissa tulee huomioida mahdolliset sähköisen häiriön aiheuttajat, mekaaniset rasitukset ja prosessissa käytettävien kemikaalien vaikutus kaapeliin. Profibus DP-kaapeliin vaikuttavat sähköiset häiriöt johtuvat yleensä liian lähelle sijoitetuista vahvavirtakaapeleista kaapelihyllyllä tai seinänläpivientiaukossa. Samaan suuntaan kulkevat kaapeloinnit on jaettu seuraaviin kategorioihin (kuva 7):

1. kenttäväylä- ja LAN-kaapeloinnit
2. > 60 ja < 400 VDC sekä > 25 ja 400 VAC kaapeloinnit
3. kaapeloinnit > 400 V AC/DC sekä puhelinkaapeloinnit
4. kaikki edellä mainittujen kategorioiden kaapelit, jotka ovat alttiina suurille ylijännitteille.



KUVA 7. Suositeltavat suojaetäisyydet erityyppisten kaapeleiden kesken (Profibus DP/PA Kenttäväyläkoulutus 2009)

Kaapelien pituuksissa tulee huomioida tiedonsiirtonopeus (kuva 3), joka määrää kuinka pitkästi kaapelia saa väylässä olla. Suuria tiedonsiirtonopeuksia käytettäessä ($\geq 1,5 \text{ Mbit/s}$) tulee välttää laitteelta laitteelle ketjutettaessa alle metrin mittaisia kaapeleita. Liian lyhyiden kaapelien takia tiedot häviävät väylään. (Installation Guideline for Planning 2009, 81–93.)

DP-väylän kaapelointia mietittäessä tulee ottaa huomioon seuraavat asiat:

- pitkät etäisyydet
- segmenttien väliset galvaaniset erotukset
- elektromagneettiset häiriöt toisista kaapeleista.

Kentälle tietoa siirrettäessä voidaan käyttää kuitukaapelia. Edellä mainitut asiat huomioidaan kaapeloinnissa käyttämällä kuitua. Kuitu ei ole yhtä häiriöherkkä kuin noin normaali kuparikaapeli eikä siinä aiheudu jännitehäviöitä. Näin saadaan kenttäväylästä pidempi. (Profibus Installation guideline for planning 2009, 172.)

3.3.2 Maadoitukset

Maadoituksien tarkoitus on johdattaa ulkoiset häiriöt mahdollisimman nopeasti pois väyläkaapelista. Maadoituksissa on huomioitava että Profibus DP - kaapeleissa oleva maadoitus (Te) ei ole sama kuin suojamaa (Pe), joten näitä maadoituksia ei saa sekoittaa. Profibus-kaapeli maadoitetaan kaikkien väyläliit-tyjien kohdalla (kuva 8) ja maadoitusta suositellaan aina kun kaapeli tuodaan sisään tai ulos kaapista. Tarvittaessa erillisiä lisämaadoituksiakin voidaan asen-
taa. (Profibus-väylän kaapelointi.)



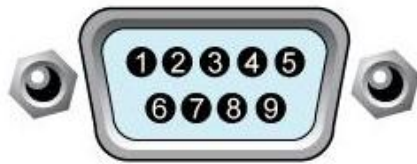
KUVA 8. Laitteiden välinen Profibus-kaapeli, joka on maadoitettu molemmista päistä (Installation Guideline for Planning 2009, 166)

3.3.3 Liittimet

Käytössä on kolme erilaista liitinmallia, joiden rakenne ja suojausluokat ovat erilaiset. Liitintyypit ovat D-, M12- ja hybridiliittimet. Hybridiliittimet ovat kuitenkin harvemmin käytettyjä. Liittimet asennetaan kaapeleihin kentällä asennusvaiheessa. Valmiit liittimillä varustetut kaapelit eivät sovellu tehdasympäristöön, koska tarkkaa kaapelipituutta ei etukäteen tiedetä. (Installation Guideline for Planning 2009, 95.)

D-liitin on 9-pinninen liitin, joka sopii päättyväksi ja jatkuvaksi liittimeksi (kuva 9). Liitinmalleja on useita erilaisiin käyttökohteisiin. Liittimessä itsessään on terminointi, joka tarvittaessa käännetään päälle. Väyläanalysaattorin kannalta tärkein D-liitin on selkäliittimellä varustettu D-liitin, jolla väyläanalysaattori voidaan kytkeä kiinni väylään prosessin ollessa käynnissä aiheuttamatta häiriötä. Kuvassa 9 on esitetty D-liitin ja liittimen kytkentäkaavio, mistä selviää mihin pinneihin kaapeli on sisäisesti kytketty. (Installation Guideline for Planning 2009, 97–101.)

Profibus 9-napainen D-liitin

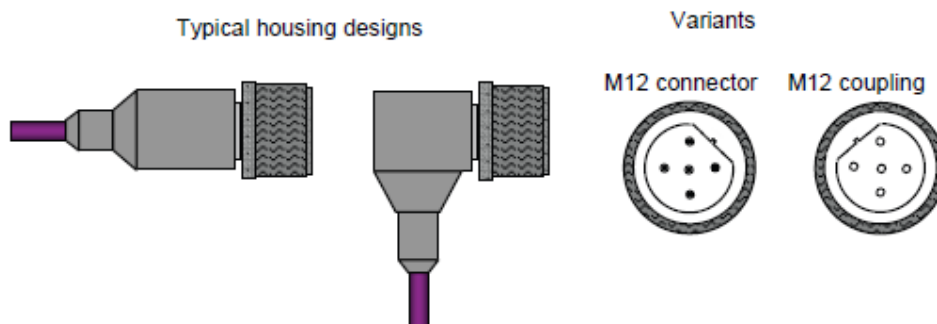


- 1. Ei kytketty
- 2. Ei kytketty
- 3. Datajohdin A, vihr.
- 4. Ei kytketty
- 5. Maa
- 6. + 5 V
- 7. Ei kytketty
- 8. Datajohdin B, pun.
- 9. Päätevastus A:n ja B:n välille



KUVA 9. D-liittimen kytkentäkaavio (Profibus väyläanalyysi 2009,10)

M12-liitin on 5-pinninen ja liitinmalleja on käyttökohteen mukaan monenlaisia (kuva 10). Suojausluokaltaan M12-liitin on parempi kuin D-liitin ja soveltuu näin paremmin kenttäolosuhteisiin, jotka voivat olla kosteat ja likaiset. Liittimessä ei ole itsessään terminointia. Tämä tarkoittaa sitä, että laitteessa on oltava terminointimahdollisuus tai laitteelle on asennettava erillinen terminointi. (Installation Guideline for Planning 2009, 102–103.)

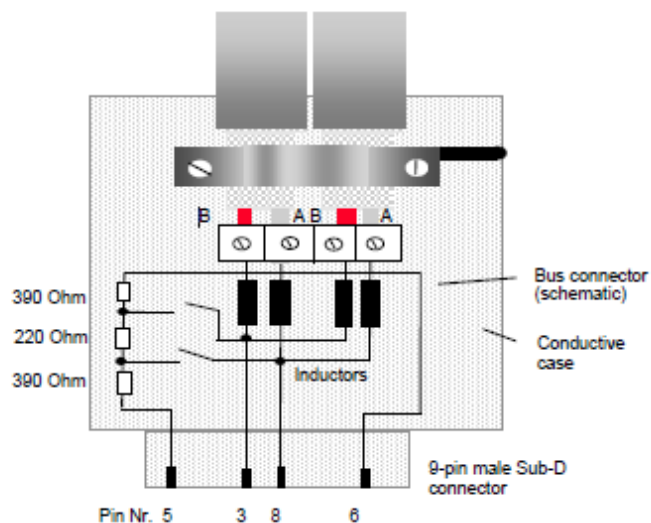


KUVA 10. M12-liitinmalleja (Installation Guideline for Planning 2009, 102)

3.3.4 Terminointi

Terminointien eli päätevastuksien tarkoitus on estää erilaiset virheet ja heijastukset väylältä. Terminoinnit tulee suorittaa jokaisen segmentin alussa ja lopus-

sa. Terminointi tapahtuu laitteen omalla päätevastuksella tai siihen kytketyn kaapelin D-liittimellä. Kuvassa 11 on esitetty D-liittimen sisäinen rakenne. Terminointi tarvitsee 5 V:n käyttöjännitteen toimiakseen oikein. Kaapelin D-liittimessä oleva päätevastus ei tarvitse erillistä jännitesyöttöä, koska se ottaa liittimen kautta laitteelta käyttöjännitteen. Käytettäessä aktiivista päätevastusta, tulee sille tuoda erikseen 5 V:n käyttöjännite. (Profibus-väylän kaapelointiohje, 2.)



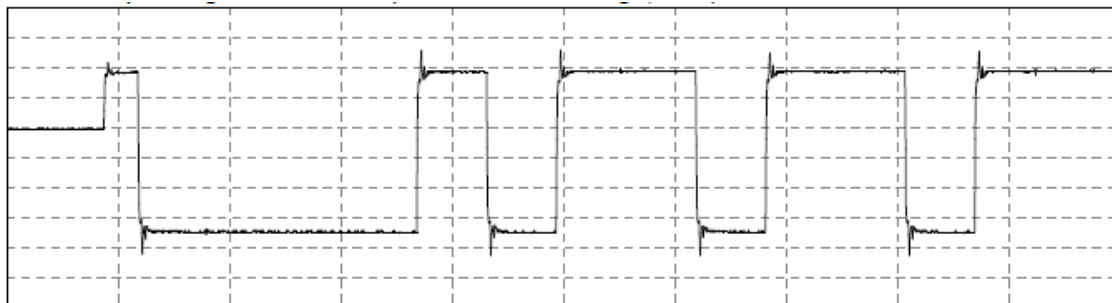
KUVA 11. D-liittimen sisäinen rakenne (Installation guideline for PROFIBUS-DP 1998, 7)

3.4 DP-väylän signaalihäiriöt

Profibus DP -väylän ideaalinen signaali on lähes kanttiaalto, ja sen keskimääräinen amplitudi on 5 V. Kentällä mitattaessa amplitudi saa olla suurempi kuin 5 V edellyttäen että signaalinmuoto on edelleen kanttiaalto. Tämä johtuu siitä, että RS485-laitteet pystyvät käsittelemään suurempiakin jännitteitä. Kun datan siirtoa ei tapahdu, 1 V:n lepotilassa signaalissa ei saa olla kohinaa. (User Manual ProfiTrace 2011, 59.)

Signaalihäiriöt johtuvat usein puuttuvista päätevastuksista. Tällaiset terminointiin liittyvät ongelmat ovat yleisiä uusien väylien käyttöönotossa tai lisättäessä väylään laitteita. Lisättäessä laitteita väylään voi väylän keskelle jäädä ylimääräinen terminointi, mikä laskee pitkällä väylällä jännitetasoa liian alhaiseksi, jolloin väylä ei toimi. Toisen pään ollessa terminoitu oikein ja toisen pään päätevas-

tuksen puuttuessa tulee signaaliin kuvan 12 mukaisia signaalipiikkejä kanttiaal-
lon alkuun. Kaapelin rikkoutuessa saattaa ilmetä samanlaisia signaalipiikkejä.
(User Manual ProfiTrace 2011, 59.)



KUVA 12. Oikaisuvalssaimen kenttäväylän signaali, kun terminointi puuttuu kuitu-kuparimuuntimelta

3.5 Väylälaitteet

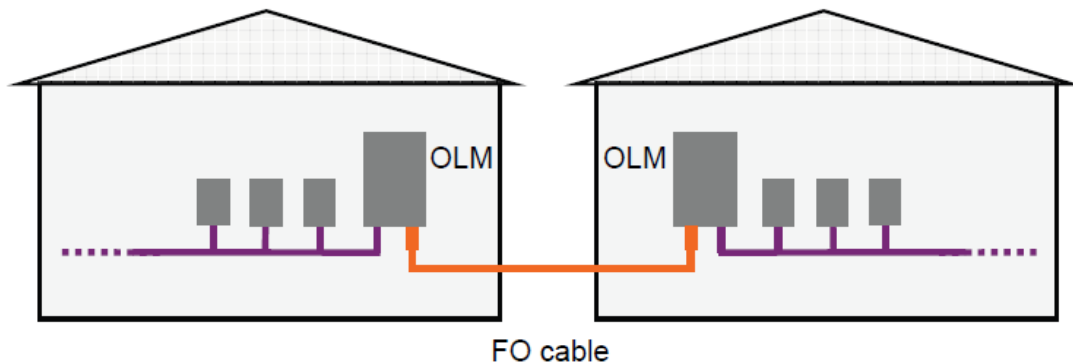
Väylälaitteita ovat sellaiset laitteet, jotka ovat edesauttamassa väylän toimintaa. Prosessi ei ole tekemisessä näiden laitteiden kanssa. Väylälaitteet muokkaavat heikentynyttä signaalia rajapinnoissa eli käytännössä vahvistavat signaalia. Väylälaitteisiin kuuluu orjalaitteita ja koko väylän toimintaa ohjaava master-laite.

3.5.1 Master-laite

Master-laitteen tehtävä on ohjata väylän tietoliikennettä. Master-laite kyselee orjalaitteilta tila-tietoja. Master-laite on yleensä keskusyksikkö eli CPU tai se voi olla erillinen logiikkaan liitettävä kortti.

3.5.2 OLM – Optical Link Module

OLM eli kuitu-kuparimuunnin muokkaa kuparikaapelista saadun sähköisen signaalin optiseksi ja takaisin sähköiseksi toisella OLMilla. Optista tiedonsiirtoa käytettäessä jännite- ja signaalitasot pysyvät lähes muuttumattomina. Optisen tiedonsiirron ansiosta sama kenttäväylä voi olla esimerkiksi kuvan 13 mukaisesti kahdessa eri rakennuksessa. Kuitukaapelia ei lasketa väylän kaapelin pituuteen, koska se ei muuta jännite- ja signaalitasoja.



KUVA 13. Kahden rakennuksen välissä käytetty kuitukaapelointia (*Installation Guideline for Planning 2009, 173*)

3.5.3 Toistimet

Toistimia eli repeatereita käytetään Profibus DP -väylissä vahvistamaan väyläsignaaleja sekä yhdistämään segmenttejä toisiinsa. Toistin tulee asentaa väylään tapauksissa, joissa ylitetään segmentin maksimi kaapelipituus, väylässä on enemmän kuin 32 laitetta tai väyläsegmentin tulee olla maadoittamattomassa käytössä. Toistimien avulla saadaan pitkä segmentti katkaistua useiksi segmenteiksi, jolloin laitemääriä ja kaapelipituuksia voidaan kasvattaa. Toistimia ei saa olla kuin yhdeksän yhdessä väylässä ja laitemäärä väylällä enintään 126 laitetta. (Referenssikäsikirja 2003, 393–399.)

3.5.4 Muuntimet kahden erilaisen kenttäväylän välille

Muuntimien tarkoitus on yhdistää kaksi erilaista kenttäväylätekniikkaa keskustelemaan keskenään. Muunnintyyppejä ovat esimerkiksi DP/DP, DP/PA, DP/Asi ja DP/Modbus. Muunninlaitteita ovat osoitteeton coupler- ja osoitteellinen linkimuunnin. Couplerit eivät siis tarvitse omaa osoitetta tehtäessä konfiguraatiota automaatiojärjestelmään.

3.6 Kenttälaitteet

Kenttälaitteita ovat prosessiin vaikuttavat laitteet, kuten absoluuttianturit, ohjauspaneelit, moottorikäytöt ja I/O-kehikot. Kenttälaitteet tarvitsevat ulkoisen käyttöjännitteen. Kenttälaitteet eli orjalaitteet kuittaavat master-laitteen lähettämät käskyt ja lähettävät viestejä master-laitteelle sen kysellessä orjalaitteilta tietoja.

Valmistaja on kehittänyt jokaiselle kenttälaitetyypille oman GSD-tiedoston (Generic Station Description), joka on tallennettu laitetietokantaan master-laitteelle. GSD-tiedostosta selviää valmistaja, tiedonsiirtonopeus ja väyläparametrit. GSD-tiedoston avulla laite voidaan vaihtaa toiseen ilman konfigurointia.

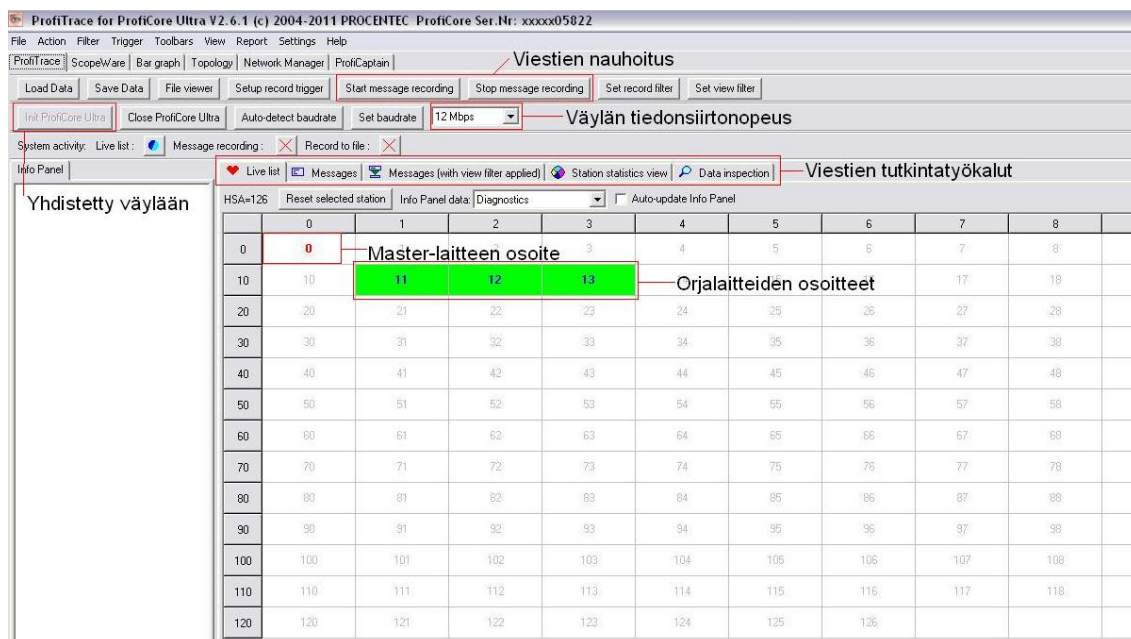
3.7 ProfiTrace-väyläanalysaattori

Mittauslaitteisto muodostuu kannettavasta tietokoneesta, ProfiTrace -ohjelmistosta ja ProfiCore Ultra -väyläsovittimesta. ProfiTrace-ohjelmisto soveltuu Profibus DP- ja PA-väyliä mittaamiseen. ProfiCore Ultra -väyläsovitin kytetään tietokoneen USB-porttiin, kun mitataan Profibus DP -väylää ja PA-väylän mittaukset toteutetaan PA Probe Ultralla. Mittaukset voidaan suorittaa prosessin ollessa käynnissä tai huoltoseisokkien aikana. ProfiTracen avulla voidaan suorittaa kunnonvalvontaa, suunnittelua sekä vianhakutöitä. (User Manual ProfiTrace 2011,7.)

ProfiTrace-väyläanalysaattorilla voidaan luoda tehdyistä mittauksista raportti. Raportista käy ilmi väylältä löydettyjen laitteiden osoitteet, jännitetasot ja signaalien muodot. Lisäksi mittauksen suorittanut henkilö voi dokumentoida raporttiin omia näkemyksiään väylän kunnosta ja sinne tehdyistä korjaavista toimenpiteistä. Luotu raportti voi näin toimia vertailupohjana seuraaville mittauksille.

3.7.1 ProfiTrace

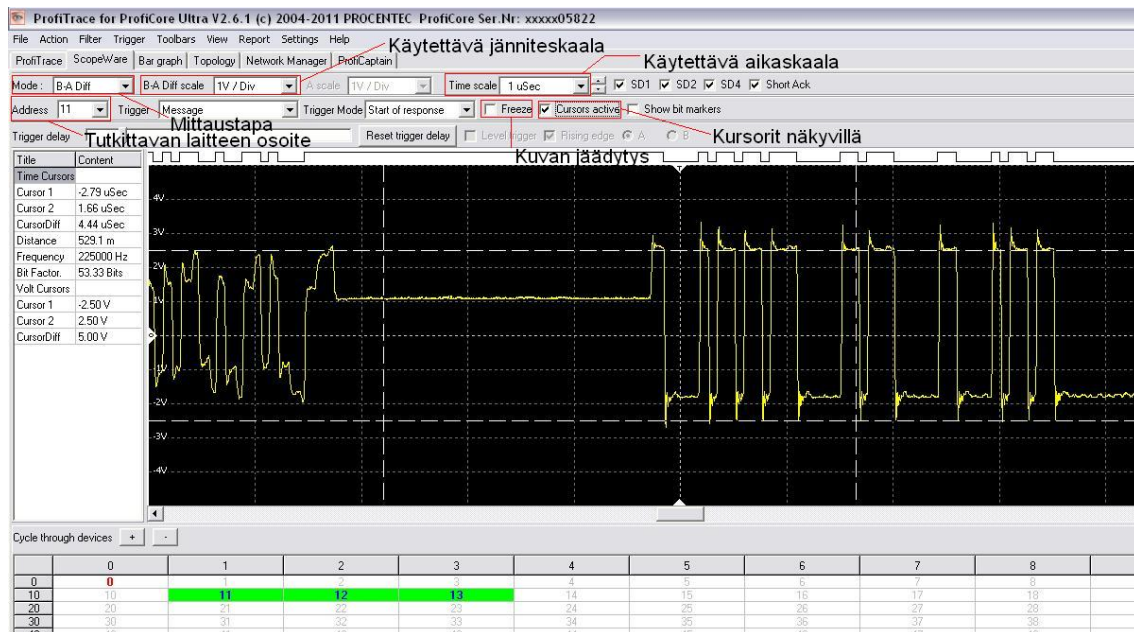
ProfiTrace-ohjelma sisältää samannimisen välilehden, joka on esitetty kuvassa 14. ProfiTrace-välilehdeltä nähdään Live List -toiminnon avulla, mikä on väylässä olevien laitteiden tila, määrä, osoitteet ja käytettävä tiedonsiirtonopeus. Ohjelma näyttää löytyneet orjalaitteet vihreällä värillä, jos ne ovat aktiivisena väylällä ja niiden määrittelyissä kaikki on kunnossa. Master-laitteen ja orjalaitteiden välistä tiedonsiirtoa voidaan tutkia tältä Messages-välilehdeltä. Statistics-välilehden alta löytyy tietoja väylän syklistä, väylältä putoamisista, uudelleen lähetetyistä viesteistä ja diagnostiikkaviesteistä.



KUVA 14. ProfiTrace-ikkunan näkymä

3.7.2 ScopeWare

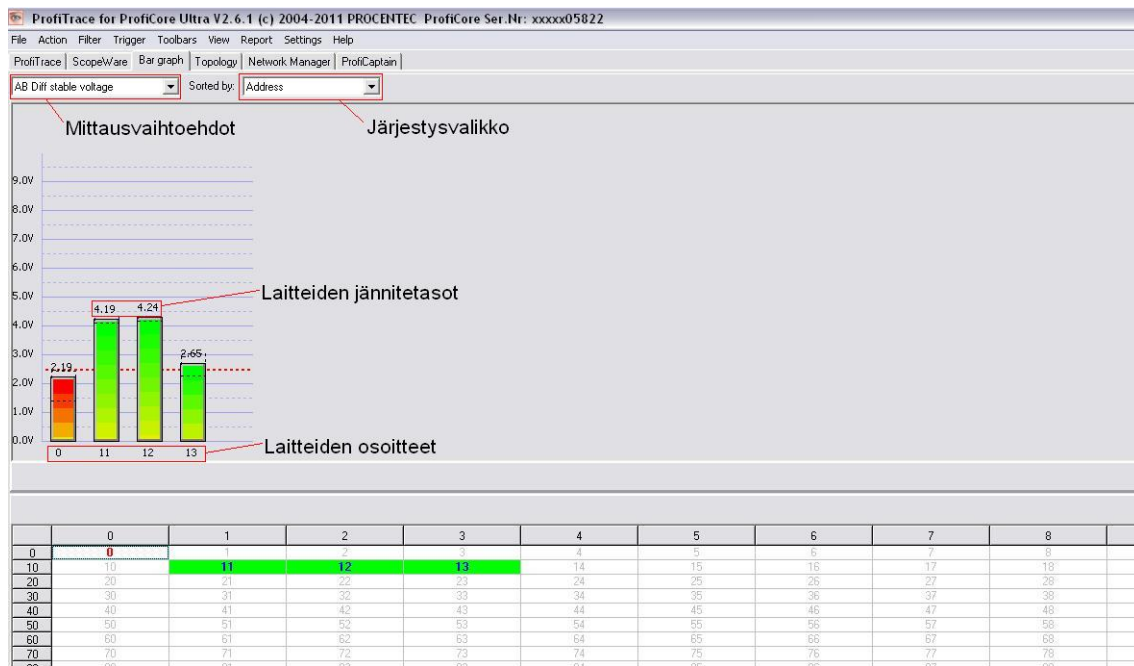
ScopeWare-toiminto on reaaliaikainen oskilloskooppi, joka voidaan ”jäädyttää”, jotta tarkempi tarkastelu on mahdollista (kuva 15). ScopeWare-ikkunan alalaidassa näkyvät väylällä olevat laitteet, joita voi tarkkailla tuplaklikkaamalla haluamaansa laitetta. Tarkastelun avuksi voi ottaa kursorit, jotka saadaan näky-mään laittamalla rasti cursors active -kohtaan. Signaalimuotojen tarkastelun perusteella voidaan jo kertoa onko väylässä suuria ongelmia. (User Manual ProfiTrace 2011.)



KUVA 15. ScopeWare-toiminnon näkymä ProfiTrace -ohjelmistossa

3.7.3 BarGraph

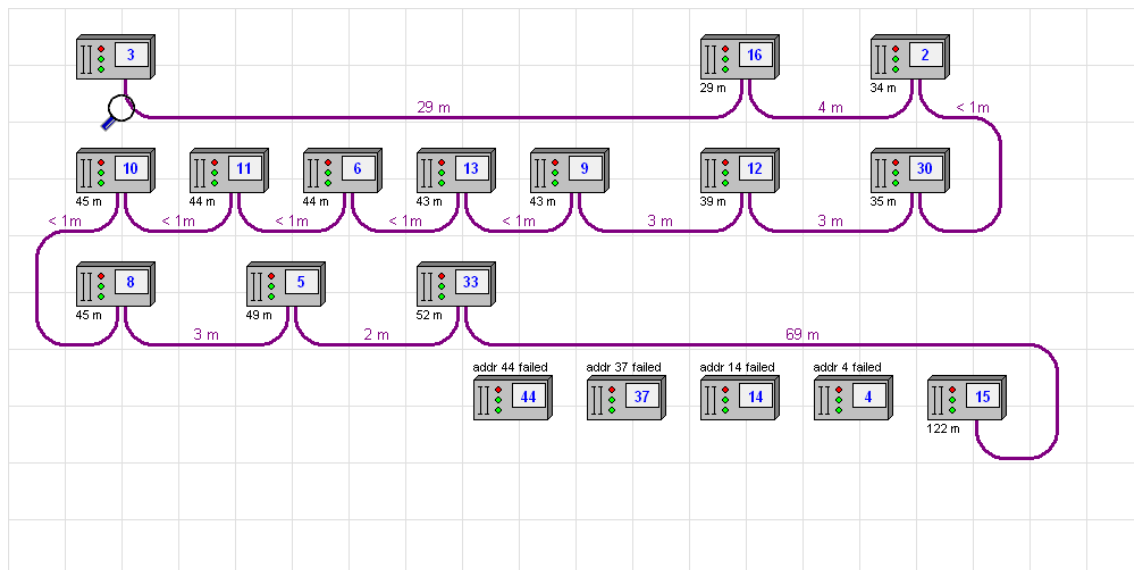
BarGraph-toiminnolla nähdään signaalin jännitetasot väylän jokaiselta laitteelta (kuva 16). Tämän perusteella voidaan heti todeta, onko väylän jännitetasoissa vikaa. Kenttäväylän ollessa kunnossa tulisi jännitteen olla 5 V:n tienoilla ja jännitepalkki on vihreä väriltään. Jännitetason laskiessa väri muuttuu keltaiseksi, ja kun hälytysraja 2,5 V:a on alitettu, muuttuu palkin väri punaiseksi. (User Manual ProfiTrace 2011.)



KUVA 16. BarGraph-näkymä ProfiTrace-ohjelmassa

3.7.4 Topology Scan

Topology Scan -toiminnolla voidaan mitata väylän pituus, jos mitattavan väylän tiedonsiirtonopeus on 500kbit/s–1,5Mbit/s välillä (kuva 17). Mittaus tulee suorittaa väylän alku- tai loppupäästä, jotta ohjelma saa sijoitettua laitteiden paikat oikein. Lisäksi on hyvä tietää laitteen väyläosoite, johon ProfiTrace-laitteisto kytketään. Jos mittaus suoritetaan väylän keskeltä, laitteiden sijainnit ja kaapeleiden pituudet vaihtelevat. Väylän pituus tulee olla minimissään 2 m ja maksimissaan 230 m, jotta mittaus on luotettava. Lisäksi laitteelta laitteelle kulkevan kaapelin tulee olla minimissään yhden metrin mittainen.



KUVA 17. Topology Scan -mittaus

3.7.5 ProfiCaptain

ProfiCaptain-työkalun avulla voidaan ProfiTrace-ohjelmisto asettaa master-laitteeksi väylälle tai se voi toimia yhdessä väylällä jo olevan master-laitteen kanssa. ProfiCaptain-työkalu tukee siis Profibus DP:n versioita DP-V0 ja DP-V1. Kyseisellä työkalulla voidaan käyttöönottaa laitteita, jolloin sen I/O-testaus ja parametointi on helpompaa.

4 KENTTÄVÄYLIEN TOIMINTAVARMUUDEN KEHITTÄMINEN

Nykyinen arkki 2 -linjan kunnossapito on ollut korjaavaa kunnossapitoa. Korjaavasta kunnossapidosta aiheutuu kuitenkin taloudellisia menetyksiä, minkä vuoksi olisi tarkoitus siirtyä ennakoivaan kunnossapitoon. Ennakoiva kunnossapito vaatii historiatietoa ja nyt tehtävät mittaukset ovat vertailupohja tulevaisuuden mittauksille.

Opinnäytetyön tarkoitus oli kenttäväylien toimintavarmuuden kehittäminen nauhalevyleikkauslinja 2:lla, jossa oli ollut ongelmia Profibus DP -väylissä. Arkki 2-kenttäväyliin tutustuttiin dokumentointien perusteella sekä mittaamalla väylä-analysaattorilla linjan DP-väylät. Vikoja ilmeni useissa kenttäväylissä niin dokumentoinnissa kuin fyysisesti kentällä. Väylien sähköisiä ominaisuuksia ei mitattu passiivisilla mittauksilla, koska seisokit linjalla olivat liian lyhyitä tähän mittaamiseen. Aikaa jäi myös arkki 3 -linjan kenttäväylien mittaamiseen, missä oli ilmenyt opinnäytetyön aikana kenttäväyläongelmia.

4.1 Dokumentointi

Raahan tehtaan kaikki sähköistystä koskevat dokumentit sijoitetaan WebAlma-ohjelmistoon. Ohjelmistossa kuvat ovat kaikkien ruukkilaisten nähtävillä. Ohjelmistoon kuvat laitetaan pienellä viiveellä, joten uusimpien väylien kuvat löytyivät vain paperiversiolla automaatiotiloista.

Dokumentointityylejä arkki 2 -linjan DP-väylistä on yhtä monta kuin on ollut teki-jöitäkin. Tämä aiheutti hankaluuksia, kun kuvia luettiin mittausvaiheessa. Arkki2 -linjan omat kunnossapitoasentajat kuitenkin autoivat dokumenttien etsimisessä ja lukemisessa. Kaikista väylistä ei löytynyt dokumentteja WebAlma-ohjelmistosta, mutta automaatiotiloista löytyivät paperiversiot.

Profibus DP -väylien dokumentit olivat puutteellisia. Laitteiden sijainnit oli ilmoitettu vain osassa kuvista, mikä aiheutti melkoisesti turhaa etsintää. Lisäksi kentällä olevien kaappien sijainnista ei ole mainintaa kuvissa. Laitteiden osoitteet väylällä oli ilmoitettu joidenkin toimittajien kuvissa, mutta yleisesti niitä ei ole merkitty kuviin. Mittaustuloksien tutkiminen ProfiTrace-ohjelmistossa olisi paljon

helpompaa, jos osoitteet olisi ilmoitettu dokumentissa tai dokumenttien yhteydessä olisi laiteluettelo väyläosoitteineen. Lisäksi kaapelien pituuksista ei ollut merkintää dokumenteissa. Pituuksien avulla näkisi yleissilmäyksellä, jos käytetävän kenttäväylänopeuden ja kaapelin pituus eivät täsmää.

Dokumenteista selvisi myös rakenteellisia virheitä, jotka on tehty jo suunnitteluvaiheessa. Ensimmäiset väylät oli rakennettu analogiasignaalin kaapelointityylillä, jolloin väylä oli viety turhaan kenttäkoteloille. Väylä oli jatkettu riviliittimillä, jolloin siitä aiheutuu turhia häiriöitä väylään. Tällainen kaapelointityyli on aiheuttanut turhaa lisäpituutta väyläkaapeloinnissa. Virheellisestä dokumentoinnista esimerkkinä liite 2, johon on merkitty punaisella virheellinen rakenne.

Kuvien perusteella ei selvinnyt myöskään käytettyjen liittimien tyypit. Liitintyypit tai mittapistet olisi hyvä merkitä kuviin, jotta tiedetään mistä väylämittaukset voidaan suorittaa. Kyseiset mittauspisteet olisi hyvä sijoittaa väylän alkuun tai loppuun, jotta nähdään todelliset jännite- ja signaalitasot. Laitteilla on usein käytössä M12-liitin, minkä vuoksi väyläanalyysointia ei voida kytkeä kyseiseen laitteeseen. Väyläanalyysointia vaatii D-liittimen, jossa on selkäliitäntämahdollisuus.

4.2 Väyläanalyysi

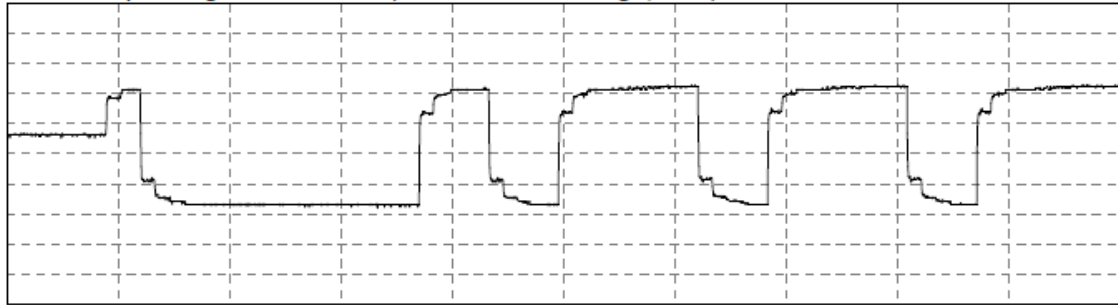
Väyläanalyysissä keskityttiin enemmän jännite- ja signaalitasoihin kuin sanomakehyksiin. Jännite- ja signaalitasot olivat osassa DP-väylistä hälytysrajan alapuolella minkä vuoksi niihin kiinnitettiin enemmän huomiota. Sanomakehysoingelmat ilmenevät yleensä käyttöönottovaiheessa tai uusien laitteiden liäsvaiheessa, jolloin esimerkiksi laitteiden konfiguroinneissa voi olla vikaa.

4.2.1 Oikaisuvalssain

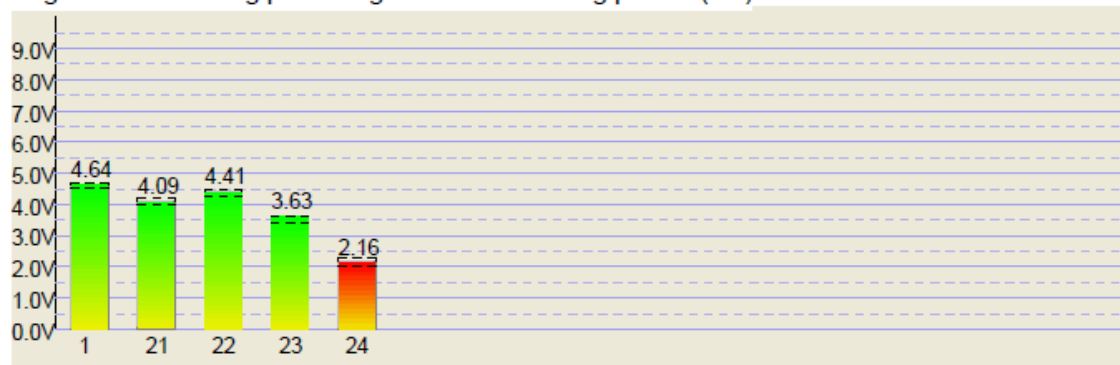
Oikaisuvalssaimen eli Oivan DP-väylä oli mitattavista väylistä tärkein saada pikaisesti kuntoon. Väylän kaikki laitteet kaatuivat satunnaisesti, mikä aiheutti tuotantoon katkoksia. Dokumenttien tarkastelu kiinnitti huomion väylärakenteeseen, joka oli väärin rakennettu. Väylämittauksessa jännitetasot olivat alhaiset ja viimeisellä laitteella alle hälytysrajan 2,5 V. Tämä voidaan havaita kuvassa

18. Väyläanalysaattorilla ei voitu suorittaa topology scan -mittausta, koska väylän nopeus on liian alhainen tälle mittaukselle.

Oscilloscope image of device 24 (AB Diff stable voltage, Last) :



Segment / Measuring point: Segment 1 / Measuring point 1 (1/1):



KUVA 18. Oikaisuvalssaimen väylän laitteiden jännitetasot mitattuna ProfiTracella

Ensimmäisenä tarkistettiin väylän terminointi. Epäilynä oli tuplaterminointi, koska viimeiseltä laitteelta jatkui kaapelointi vielä kenttäkotelolle, jonka perässä ei ollut mitään laitetta. Väylän loppupäässä oli tuplaterminointi niin kuin epäiltiin, eli yksi vika alhaisiin jännitteisiin löytyi. Väylän alkuun vaihdettuun selkäliittimellä varustettuun D-liitimeen oli laitettu terminointi oikein.

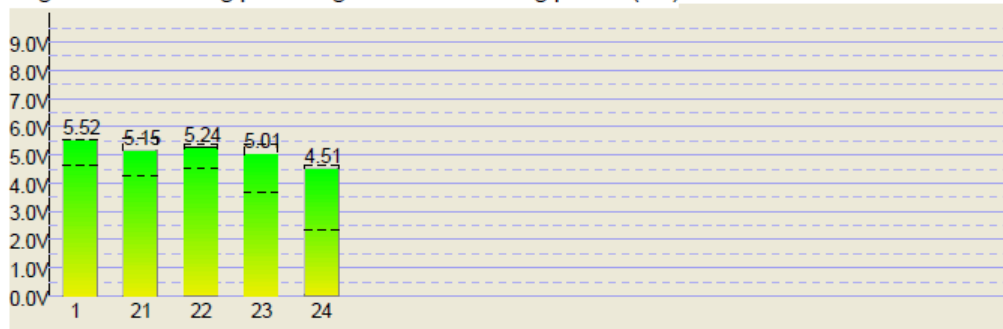
Tarkastettiin kenttäkoteloissa olevat DP-kaapelin liitokset sekä maadoitukset. Maadoitukset olivat irronneet tai irrotettu kenttäkoteloiden sisällä. Tämä varmasti on aiheuttanut häiriötä väylään ja on yksi syyllinen signaalihäiriöihin. DP-kaapelin jatkaminen riviliittimillä auttoi tässä tapauksessa vian hakua, koska laitteita pystyttiin ohittamaan. Laitteiden ohitus ei nostanut viimeisen laitteen

jännitetasoa. Jännitetason pysyminen muuttumattomana sai epäilyt kohdistumaan OLMiin.

OLMin päässä oleva terminointi poistettiin, jolloin viimeisen laitteen jännitetaso nousi noin 4,5 V, mikä voidaan todeta kuvassa 19. Tämän perusteella vian todettiin olevan OLMissa ja vaihdettiin uusi OLM kentällä olevaan kaappiin. OLMin vaihto ei onnistunut ongelmitta, koska uuteen OLMiin ei saanut yhteyttä Profitracella. Väylä kuitenkin toimi, koska valvomossa näkyi kyseisessä väylässä olevien antureiden arvot ja arvot vaihtuivat eli elivät. Varmuuden vuoksi uusi OLM poistettiin ja vanha laitettiin takaisin, mutta OLMilta jätettiin päätevastus kytkemättä. Näin tuotanto varmasti toimisi seuraavan viikon seisakkiin asti.

AB Diff stable voltage

Segment / Measuring point: Segment 1 / Measuring point 1 (1/1):

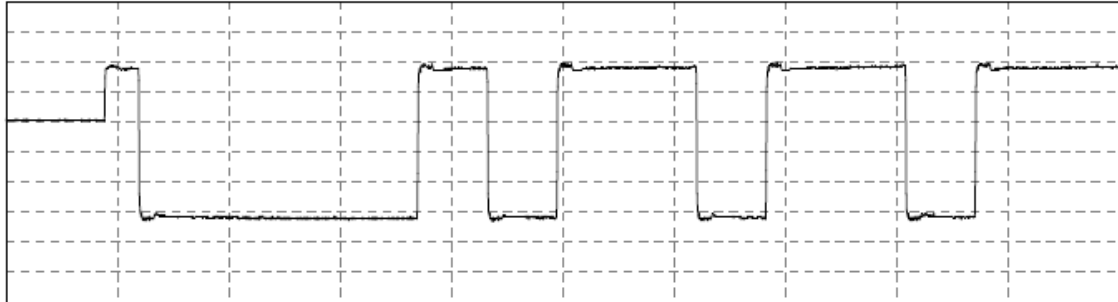


KUVA 19. Oikaisuvalssaimen DP-väylä ilman OLMin terminointia

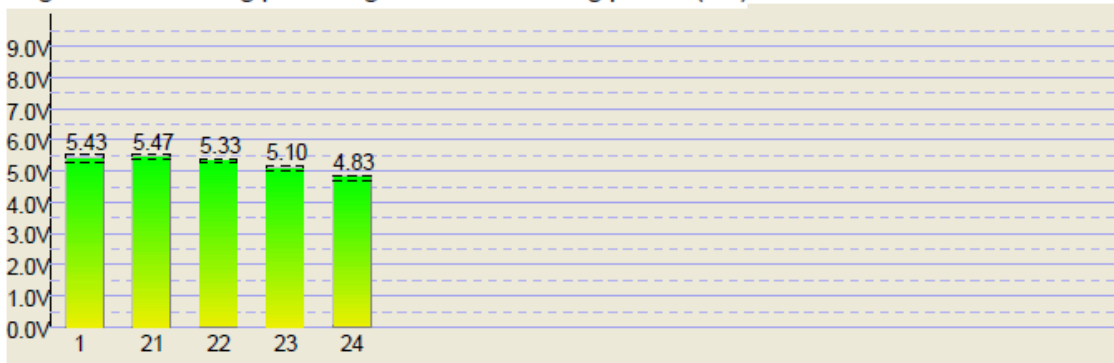
Alettiin tutkia uuden OLMin käyttöohjetta. Sen perusteella pääteltiin, että uusi OLM ei ollut täysin yhteensopiva vanhan kanssa, minkä seurauksena väyläanalysaattorilla ei päässyt mittaamaan väylää. Varastosta haettiin toinenkin OLM, jotta pystyttiin toteamaan keskustelevatko kaksi uutta OLMia keskenään. Uusi OLMin testaukseen käytettiin hyödyksi sähkökorjaamolla olevaa Profibus DP -testauspaikkaa, koska haluttiin päästä vaihtamaan OLMit seuraavan viikon seisakissa. OLMin dippikytkimet asetettiin automaatti-tilaan eli kaikki dippikytkimet olivat nolilla, jolloin OLM itse hakee väylässä käytettävän nopeuden. Kaksi uutta OLMia keskusteli keskenään ja väyläanalysaattori saatiin yhdistettyä väylään.

Seuraavan viikon viikkoseisakissa vaihdettiin OLMit ja asetettiin myös alkupään terminointi päälle. OLMien vaihdot vaikuttivat jännite- ja signaalitasoon kuvan 20 mukaisesti. Todettiin, että väylää vaivannut vika oli 10 vuotta vanhoissa OLMeissa.

Oscilloscope image of device 24 (AB Diff voltage, Last) :



Segment / Measuring point: Segment 1 / Measuring point 1 (1/1):



KUVA 20. Oikaisuvalssaimen jännite- ja signaalitasot mitattuna OLMien vaihdon jälkeen

4.2.2 Paketointilinja

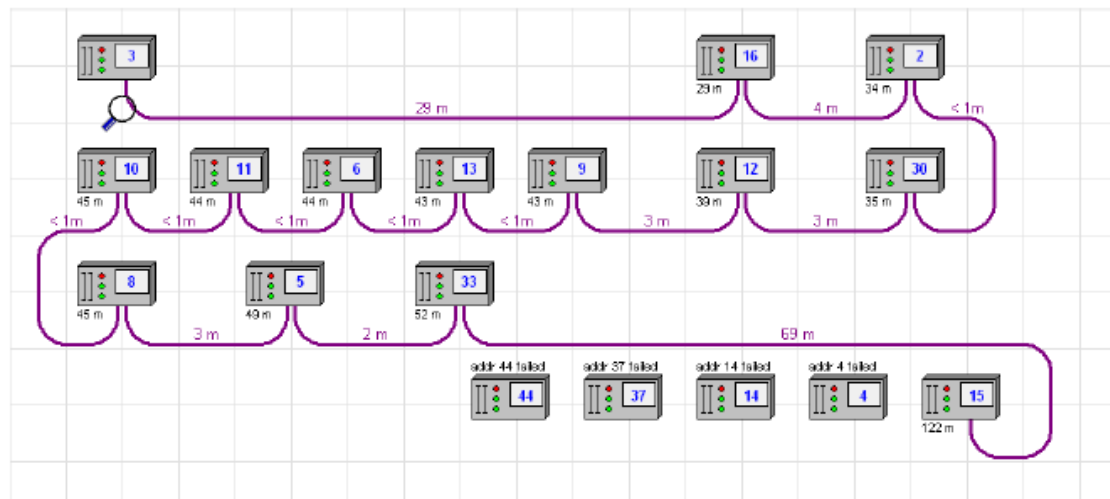
Paketointilinjan DP-väylä oli rakennettu tähtitopologiaa käyttäen. Tähtitopologia rakenne ei ole suositeltava DP-väylässä, koska väylästä tehdään hyvin usein liian pitkä käytettävään nopeuteen nähden. Lisäksi master-laitteen jännitteen syöttöteho ei välttämättä riitä viimeisille laitteille väylän jakautuessa useaan haaraan. Väyläanalysaattorilla ei varmuudella voida todeta kyseisen väylän toimivuutta, koska se ei tunnista rakennetta.

Tähtitopologiaa testattiin sähkökorjaamolla olevassa testipaikassa. Master-laitteelta tehtiin kaksi 120 m:n haaraa, joiden päähän laitteet sijoitettiin. Kyseisille laitteille asetettiin terminoinnit ja master-laitteelta jätettiin terminointi kytke-mättä. Tiedonsiirtonopeutena käytettiin 1,5 Mbit/s. Kyseiselle nopeudelle mak-

simi väylän kaapelipituus on 200 m, mutta testissä käytettiin tarkoituksella liian pitkää kaapelointia. Näin saatiin mallinnettua liian pitkän väylän ja tähtitopologian yhteisvaikutus. Väyläanalysaattorilla suoritettiin mittaukset jokaiselta kolmelta laitteelta. Mitattaessa vasemman haaran viimeiseltä laitteelta väyläanalysaattori näytti oikean haaran viimeiselle laitteelle alle hälytysrajan olevaa jännitettä. Master-laitteelta keskeltä väylää mitattaessa analysaattori näytti haarojen viimeisille laitteille vähän yli hälytysrajan olevia jännitteitä. Topologiaa muutettiin ja samoilla kaapeleilla tehtiin väylätopologiarakenne samoille laitteille. Nyt terminoinnit asetettiin master-laitteelle ja väylän viimeiselle laitteelle. Väylän laitteet eivät "nousseet" väylälle. Kahden viimeisen laitteen etäisyys lyhennettiin 8 m:iin ja väylä toimi normaalisti. Johtopäätöksenä testeistä voidaan sanoa että tähtitopologia mahdollistaa liian pitkät väylärakenteet. Tähtitopologian takia master-laite ei pysty syöttämään tarvittavaa 5 V jännitettä laitteille, koska jännitteen syöttöteho master-laitteella ei riitä.

Mittaukset arkki 2 -linjan paketoitilinjalla suoritettiin aluksi OLMilta, joka sijaitsi kaapissa VA NP R0318. Mitattiin jännitetasot, jotka olivat 2,75 V:sta 4,2 V:iin. Signaalimuoto oli terävää, mutta hieman häiriöistä. Suoritettiin väyläanalysaattorilla topology scannaus kolme kertaa ja joka kerta väylän kokonaispituus oli eri. Myös laitepaikat vaihtelivat suuresti. Esimerkiksi laite 17 oli kaksi kertaa aivan väylän alussa ja kerran viimeisenä laiteena. Kuvasta 21 näkee että väyläanalysaattori ei löytänyt neljää laitetta. Lisäksi väylässä on analysaattorin mukaan useita alle metrin mittaisia kaapeleita laitteiden välissä. SK6-sähkötilan mapeistaan löytyi dokumentit, joiden avulla voitiin tarkistaa väylälaitteiden oikea järjestys.

Segment / Measuring point: Segment 1 / Measuring point 1

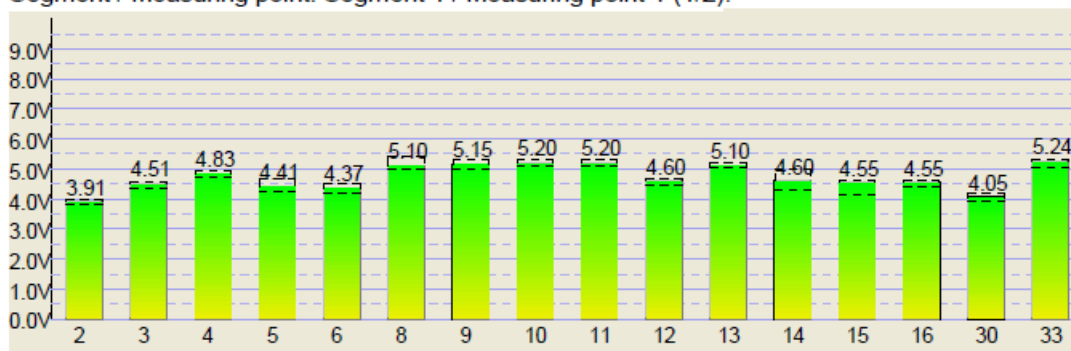


KUVA 21. Topology scan -mittaus ohjauspulpetista U0581, josta selviää että väylän kokonaispituus on 122 m

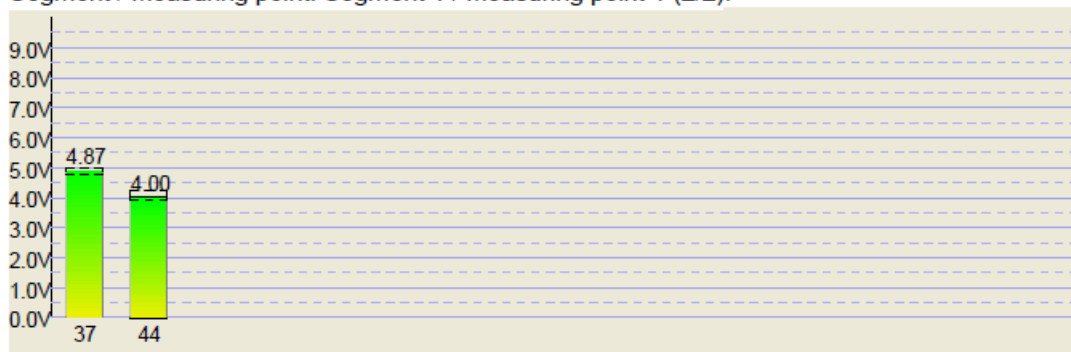
Siirryttiin mittaamaan vasemman haaran viimeiseltä laitteelta, josta oletettiin saatavan hiukan järkevämpiä mittaustuloksia. Viimeinen laite oli ohjauspulpetti VA NP U0581. Ennen mittauksia tarkastettiin kuitenkin terminoinnit ohjauspulpetin laitteelta 3 sekä oikean haaran viimeisenä sijaitsevalta laitteelta 17. Terminoinnit olivat kytkettynä kyseisiltä laitteilta ja OLM:n terminointi oli pois käytöstä. Mietittiin asiaa Profibus PA -väylän terminointien avulla ja todettiin, että tällä tyyllillä saadaan paras terminointi. Mittaamalla laitteelta 3 jännite- ja signaalitasot saatiin selvästi paremmat arvot kuin OLM:ltä mitattuna. Jännitetasot on esitetty kuvassa 22. Nyt mittauspiste on väylän lopussa, mikä antaa todennukaisemman mittaustuloksen kuin OLM:ltä mitattu tulos, koska OLM sijaitsee väylän keskellä. Signaalimuodot olivat todella huonot ja kaukana siitä, mitä esimerkiksi oikaisuvalssaimella lopputilanteessa. Signaalimuoto laitteelta 4 on esitetty kuvassa 23.

AB Diff stable voltage

Segment / Measuring point: Segment 1 / Measuring point 1 (1/2):

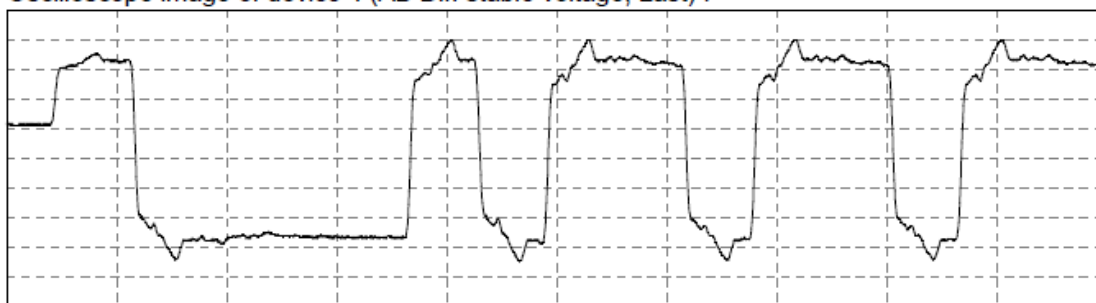


Segment / Measuring point: Segment 1 / Measuring point 1 (2/2):



KUVA 22. Paketointilinja 2 jännitetasot mitattuna vasemman haaran viimeiseltä laitteelta

Oscilloscope image of device 4 (AB Diff stable voltage, Last) :



KUVA 23. Laitteelta 4 mitattu signaalimuoto, joka ei ole paras mahdollinen

4.2.3 Arkki 3 -linja

Arkki 3 -linjalla keskityttiin Leikkauslinja DP1 -väylään, mikä oli huonoimmassa kunnossa. Väylädokumenteja ei löytynyt WebAlmasta, joten väylään ei voinut tutustua etukäteen. Dokumentit löytyivät kuitenkin SK9-sähkötilasta. Heti ensi silmäyksellä dokumenteista selvisi suuret laitemäärät Leikkauslinja DP1 -

väylällä (liite 3). DP1-väylässä oli 58 laitetta eikä ollenkaan toistimia, eli vika ilmeni jo dokumenteista.

9 Live list

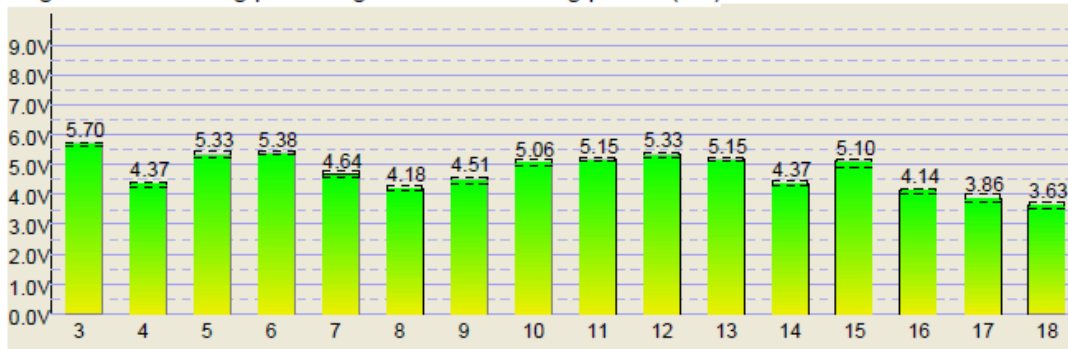
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
20	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
30	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
40	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49
50	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59
60	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69
70	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79
80	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89
90	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99
100	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109
110	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119
120	120	121	122	123	124	125	126			

KUVA 24. Leikkauslinja DP1-väylän Live list -näköymä

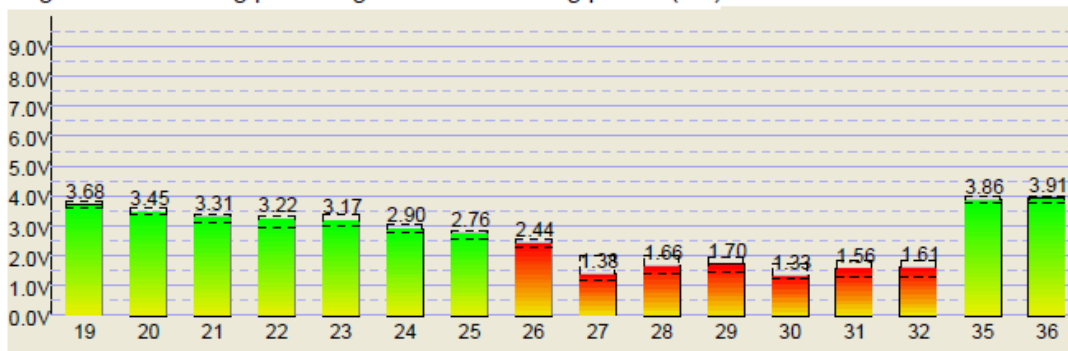
Väyläanalysaattori kytkettiin master-laitteelta lähtevän kaapelin selkäliittimeen ja mittaus aloitettiin. Mittaus osoitti, että väylässä oli liikaa laitteita (kuva 24). Bar-Graph-toiminnolla tutkittiin jännitetasoja, jotka laskivat 15 laitteella alle hälytysrajan (kuva 25). On siis suoranainen ihme, että väylä on toiminut tähän asti ilman suurempia ongelmia.

AB Diff stable voltage

Segment / Measuring point: Segment 1 / Measuring point 1 (1/4):



Segment / Measuring point: Segment 1 / Measuring point 1 (2/4):



KUVA 25. BarGraph-näkymä, jossa osa Leikkauslinja DP1 -väylän laitteista

Väylälle asennettiin noin puolessa välissä sijaitsevaan kenttäkoteloon toistin eli repeater. Toistin jakoi väylän kahteen segmenttiin, joista ensimmäiseen segmenttiin jäi 32 laitetta ja toiseen 26. Ensimmäisen segmentin laitemäärä on teoreettinen maksimimäärä segmentille, joten olisi syytä jakaa vielä ensimmäinen segmentti kahtia. Väylän jännitetasot saatiin toistimen asennuksella nousemaan huomattavasti. Laitteiden jännitetasot nousivat 3 V:n tasolle kaikilla laitteilla. Jännitetaso ei ole vieläkaan hyvä, mutta toimintavarmuus parani kyllä lisätyn toistimen ansiosta.

4.3 Korjaavat toimenpiteet

Korjaavia toimenpiteitä, kuten oikaisuvalssaimen OLMien vaihdot ja maadoitusten tarkistamiset, on väylälle jo tehty. Yleisestikin korjaavina toimenpiteinä väylälle tulisi maadoitukset tarkistaa, koska linjasta aiheutuu tärinää ja maadoitukset ovat voineet irrota. Lisäksi ennakkoahuollon kannalta kannattaisi väyliä pään vaihtaa selkäliittimin varustetut D-liittimet. Näin voitaisiin käydä väyläanalyysejä

torilla katsomassa myös tuotannon aikaisia tapahtumia. Lisäksi laitteelta laitteelle siirryttäessä oli käytetty alle metrin mittaisia kaapeleita, mikä ei ole suositeltavaa.

Suurempia korjauksia väylille ovat väärin rakenteiden aiheuttamat toimenpiteet. Nämä rakenne muutokset väylille ovat kustannuksiltaan huomattavasti halvempia kuin esimerkiksi yhden päivän turha seisakki. Esimerkiksi oikaisuvalssaimen väylärakenne tulisi kokonaan muuttaa laitteelta laitteelle eteneväksi kaapeliksi. Näin saataisiin minimoitua liitoksista aiheutuvat häiriöt sekä väylän pituus lyhenisi, joka myös edesauttaisi varmempaa toimintaa.

Paketointilinjan väylässä rakenne tulisi muuttaa siten, että OLM siirrettäisiin jompaankumpaan päähän väylää. Vaihtoehtoisesti tehtäisiin OLM:n nykyisessä kaapissa R0318 sellainen muutos, että OLM:ta väylä menisi couplereille, joista lähtisi kaksi eri väylää. Tämä aiheuttaa ohjelmointiin enemmän töitä kuin ensimmäinen vaihtoehto.

Dokumentointien korjaaminen on myös tärkeää, jotta vian hakutilanteet helpotuisivat. Väylien laiteluettelot, joissa on väyläosoitteet, olisi hyvä lisätä automaattitilan kansioihin sekä WebAlmaan. Nyt mittauksissa ei tiedetä mitä laitteita missäkin osoitteessa on, joten väylien rakenteiden selvittelyyn käytettävä työaika on huomattava. Dokumenteista saisi selvittää kenttäkoteloiden sijainti. Esimerkiksi arkki 3 -linjalla 4 miestä etsi yhtä kenttäkoteloa tunnin, koska kellään ei ollut tietoa kotelon sijainnista.

Topology scan -mittauksissa on havaittu että laitteelta laitteelle kaapeloinnissa on käytetty alle metrin mittaisia kaapeleita. Nämä kaapelit olisi hyvä vaihtaa vähintään metrin mittaisiksi, koska master-laite ei välttämättä havaitse lyhyiden kaapelien vuoksi, miltä laitteelta vastaukset tulevat. Väylä toimii vielä, mutta väylälaitteiden ikääntyessä voi ongelmia esiintyä.

4.4 Ennakkohuollon suunnittelu

Nykyisin halutaan päästä eroon korjaavasta kunnossapidosta ja siirtyä ennakkoivaan kunnossapitoon. Kaikilla koneilla ja laitteilla on ennakkohuoltosuunnitelma, mutta näitä ohjaavilla kenttäväylillä suunnitelmaa ei ole. Koneet ja laitteet

voivat olla täydellisessä kunnossa, mutta huonokuntoisella kenttäväylällä ei saada ohjattua laitteita, jolloin tuotanto on pysähtynyt.

Ennakkohuolto suunnitelman tekeminen on työläämpää ja kalliimpaa nyt, koska väylät ovat olleet vuosia käytössä. Alkuperäisen väylän kunnosta ei ole tietoa eikä tehtyjen muutoksien vaikutuksesta väylään. Nyt tehtävät investoinnit ennakkohuoltoon ja väylien kunnostamiseen maksavat varmasti itsensä takaisin, kun turhat seisakit linjalla vähenevät ja käyttöaste nousee. Siksi olisikin tärkeää, että uusien väylien käyttöönotoissa tehtäisiin väyläanalyysimittaukset ja ne dokumentoitaisiin. Tämä vähentäisi paljon korjaavan kunnossapidon kustannuksia.

Suunnitelmassa on siis lähdettävä liikkeelle väylien kunnon kartoituksella ja niiden korjaamisella. Väylien kuntoa ei välttämättä saada korjattua kiitettäväksi, mutta korjausten jälkeen on kuitenkin jonkinlainen vertailupohja ja tieto väylien kunnosta, mihin tulevaisuuden mittauksia voidaan verrata. Dokumentoinniksi väyläanalyysistä riittää ProfiTrace-ohjelmasta saatava raportti, josta ilmenee kaikki tarvittavat tiedot väylän kunnosta. Raportit arkistoidaan tehtaan omalle verkkosivulle, jossa ne ovat kunnossapito henkilöstön tarkasteltavissa.

Ennakkohuoltomittauksien tekeminen olisi järkevää sijoittaa vuosi huoltojen jälkeen, koska vuosi huollon aikana tapahtuvat suurimmat muutokset linjastossa. Tällöin saatetaan väylille asentaa uusia laitteita, ja olisi hyvä tarkistaa kuinka uudet laitteet vaikuttavat väylän toimintaan. Väylän läheisyyteen saatetaan lisätä uusia laitteita, jotka voivat olla ulkoisen häiriön aiheuttajia väylälle. Lisäksi mekaanisen vahingoittumisen riski on suurimmillaan remontin aikana.

Ennakkohuoltoa suunniteltiin palaverissa nauhalevyleikkauslinja 2:n sähkötyö-työnjohtajan Tuomo Eskolan ja järjestelmäasiantuntija Juha-Pekka Mustosen kanssa (liite 1). Palaverissa sovittiin vuosittain kerran suoritettavasta väyläanalyysimittauksesta, josta tehdään huoltotyö toiminnanohjausjärjestelmä Arttuun. Työn suorittajan sopivat sähkökorjaamo ja paikallinen kunnossapito-osasto keskenään. Lisäksi linjan oma kunnossapito suorittaa vuoden aikana satunnaisia mittauksia väylille.

5 POHDINTA

Työn tavoitteena oli saada arkki 2 -linjan kenttäväylät mitattua väyläanalysaattorilla ja mittauksien perusteella tehdä tarvittavat korjaustoimenpiteet väylille. Lisäksi työn tavoitteisiin kuului tarkastella kenttäväylien rakennetta sekä kentällä että dokumenteissa. Työn aikana mitattiin lisäksi myös arkki 3 -linjan kenttäväyliä siellä ilmenneiden ongelmien vuoksi.

Työn tavoitteet täyttyivät kokonaisuudessaan kiitettävästi. Väylät mitattiin väyläanalysaattorilla, minkä jälkeen huonoimmassa kunnossa olleita väyliä ruvettiin korjaamaan. Korjaustoimenpiteillä saatiin väylien jännite- ja signaalitasoja nostettua huomattavasti paremmiksi. Rakenteiden ja dokumenttien tarkastelussa löydettiin suuria vikoja/puutteita, jotka vaikuttavat väylien toimintavarmuuteen.

Toimintavarmuuden takaamiseksi on syytä siirtyä korjaavasta kunnossapidosta ennakoivaan kunnossapitoon myös kenttäväylien osalta. Siirtyminen aiheuttaa kustannuksia, mutta ne ovat murto-osa niistä kustannuksista, minkä huonosti hoidettu kenttäväylä aiheuttaa. Kenttäväylät ovat iso osa prosessin toimivuutta ja siksi niiden kuntoon tulee tulevaisuudessa kiinnittää enemmän huomiota. Yleinen käsitys on, että kenttäväylä on huoltovapaa, kuten vanha analoginen milliampeeriviesti, mutta asia on toisin.

Kenttäväylät antavat mahdollisuuden käyttää erilaisia kunnonvalvonta- ja diagnostiikkaohjelmia, joiden avulla voidaan myös kehittää linjojen käyttövarmuutta. Diagnostiikkaohjelmien avulla voidaan havaita hyvissä ajoin väylässä olevien laitteiden toiminnalliset muutokset, minkä ansiosta saadaan poistettua turhia seisokkeja. Lisäksi ohjelmien avulla nähdään laitteet, jotka tarvitsevat huoltoa eli ei tehdä turhaa työtä.

LKT:n prosessien toimintavarmuus on oltava korkea, jotta voidaan taata asiakkaille laadukkaat ja ajallaan toimitetut tuotteet. Laitteiden ja koneiden toimintavarmuuden takaamiseksi on kenttäväylien toimittava moitteettomasti. Kenttäväylien kunnonvalvonta ja enakkohuolto ovat avainasemassa laitteiden ja koneiden toiminnan takaamiseksi. Kunnonvalvonnan ja enakkohuollon paranta-

miseen käytettävät investoinnit maksavat itsensä takaisin parantuvana käyttöasteena.

Työn aikana LKT:n oma kunnossapitoryhmä hankki oman väyläanalysaattorin, jonka koulutuksen järjestää sähkökorjaamo. Lisäksi muiltakin osastoilta on oltu yhteydessä ja kyselyt ennakkohuoltomittauksista sekä analysaattorikoulutuksesta. Yksittäiset vianhakutehtävät ovat työllistäneet korjaamon toimintaa eri puolilla tehdasaluetta. Vianhakutehtävät oudossa prosessissa ovat pitkäkestoisia ja työläitä, koska vertailupohjaa mittauksille ei ole.

Ensimmäiset kenttäväylät tehtaalla ovat 10 vuotta vanhoja ja vanhenemisen ensimmäiset oireet alkaa näkyä. Kenttäväylissä olevat väylälaitteet ikääntyvät, jonka seurauksesta linjoihin tulee toimintakatkoksia ja erilaisia haamuvikoja. Tärkeää olisi seurata säännöllisesti kenttäväyliä kuntoa, jotta mittauspöytäkirjoista nähtäisiin mahdolliset muutokset. Lisäksi väylissä olevat rakenteelliset virheet korostuvat ja alkavat tulla esiin, kun väylälaitteet eivät toimi normaalisti.

Arkki 2 -linjan Profibus DP -väylistä ei ole tehty kenttäväylämittauksia, joihin nyt tehtyjä mittauksia olisi voinut verrata. Käyttöönottovaiheessa olisi pitänyt tehdä väyläanalyysi, jotta tiedettäisiin tapahtuneista muutoksista. Ei siis tiedetä esimerkiksi, miten jonkun laitteen lisääminen on vaikuttanut väylään. Väyliä ikääntymisen myötä historiatieto on entistä tärkeämpää, kun etsitään vikoja väylältä. Tällöin huomataan helposti mittauksien välillä tapahtuneet muutokset.

Väyliä dokumentoinnit ovat todella kirjavat eikä yhtenäistä dokumentointityyliä ole olemassa. Dokumentoinneista ei löydy välttämättä perustietoja, kuten väyläosoitteita tai laitteiden nimiä. Lisäksi dokumenteista olisi syytä löytyä väylän kokonaispituus, jotta tiedetään, voiko väylään liittää uusia laitteita. Väyläanalysaattorilla ei saada mitattua kuin tietyn nopeuden omaavien väyliä pituudet. Dokumenttien yhtenäistäminen helpottaisi uusien laitteiden lisäämistä väylään ja vianhakuja jo olemassa olevista väylistä. Kenttäväylät tulisi rakentaa selkeiksi ja toimintavarmiksi kokonaisuuksiksi, joihin voidaan tulevaisuudessa tehdä laite lisäyksiä. Tähän ei päästä, ellei laadita selkeitä yhtenäisiä dokumentointiohjeita, joita urakoitsijat käyttävät. Työ antaa hyvän pohjan kenttäväyliä rakentamiseen ja ennakkohuoltojen tekemiseen tulevaisuudessa.

Ennen työn aloittamista tietoni kenttäväylistä ja niiden kunnossapidosta oli vähäistä, mutta käytännön kokemuksien avulla on tullut hyvät perustiedot. Työ antoi hyvän kuvan kenttäväylien suunnittelun, rakentamisen, ylläpidon sekä ennakko- huollon oikeaoppisesta suunnittelusta. Uskon, että työssä opitut asiat kenttäväylistä sekä käytetyn ProfiTrace-laitteiston hallitseminen ovat hyödyllisiä tulevaisuudessa, kun kenttäväylien kunnonvalvonta- ja ennakko- huoltotyöt yleistyvät.

LÄHTEET

Aarrelampi, Hannu. Kaapelia väylään. 2009. Hantekno Oy. Saatavilla: <http://auth2/?cfriu=aHR0cDovL3d3dy5wcm9tYWludC5uZXQvZG93bmxvYWRLci5hc3A/aWQ9MzQyMiZ0eXBIPTE=>. Hakupäivä: 22.3.2012.

Hietanen, Tero. 2009. Profibus väyläanalyysi. Saatavilla: <http://oamk.fi/~terohi/>. Hakupäivä: 26.2.2012.

Introduction to Profibus DP. 2002. Acromag. Saatavilla: http://www.kelburn.net/pdfs/profibus_introduction_698a.pdf. Hakupäivä: 1.4.2012.

Peganus, Pekka. 2011. Leikattujen kelatuotteiden esittely. Powerpoint-esitys. Raahe, Rautaruukki.

Process field bus. 2011. HMS. Saatavilla: <http://www.hms.se/technologies/profibus.shtml>. Hakupäivä: 25.2.2012.

Profibus ajaa Vaconeja. 2011. Vacon. Saatavilla: <http://www.vacon.com/Default.aspx?Id=461144>. Hakupäivä: 25.2.2012.

Profibus DP -optiokortti. 2006. Vacon. Saatavilla: <http://www.vacon.com/File.aspx?id=466328&ext=pdf&routing=396771&webid=396774&name=UD01142A>. Hakupäivä: 25.2.2012.

Profibus DP/PA Kenttäväyläkoulutus. 2009. PowerPoint-diasarja. Metso Endress + hauser Oy.

Profibus installation guideline for planning. 2009. PI Profibus & Profinet. Saatavilla: <http://www.profibus.com/downloads/>. Hakupäivä 19.3.2012.

Profibus installation guideline for PROFIBUS-DP/FMS. 1998. PI Profibus & Profinet. Saatavilla:

<http://www.profibus.com/nc/downloads/downloads/installation-guideline-for-profibus-dpfms/display/>. Hakupäivä:19.3.2012.

Profibus Protocol. Smar. Saatavilla: <http://www.smar.com/en/profibus.asp>. Hakupäivä:1.4.2012.

Profibus system discription. 2002. Profibus Technology and Application. Saatavilla: <http://www.pacontrol.com/download/profibus-overview.pdf>. Hakupäivä: 13.3.2012.

Referenssikäsikirja. 2003. Siemens. Saatavilla: http://www.siemens.fi/pool/products/industry/iadt_is/tuotteet/automaatiotekniikka/ohjelmoitavat_logiikat/s7_400/simatic-s7-m7-400-referenssi.pdf. Hakupäivä:3.4.2012.

User Manual Profitrace 2.6.0.2011. Procentec. Saatavissa: <http://www.procentec.com/downloads/ProfiTrace2-Manual-EN.pdf>. Hakupäivä: 20.3.2012.

KOKOUS: **Arkki2-linjan väylien ennakkoahoalto**
PÄIVÄMÄÄRÄ JA AIKA: 28.03.2012 klo 10:00
PAIKKA: Korjaamo
OSALLISTUJAT: Eskola Tuomo, Mustonen Juha-Pekka, Saaranen Jori, Ylikulju Antti
JAKELU: Eskola Tuomo, Mustonen Juha-Pekka, Saaranen Jori

Asialista	Asiat tarkemmin
Ennakkohuollon toteutus	<ul style="list-style-type: none"> Sovittiin väylien ennakkoahoaltomittauksista <ul style="list-style-type: none"> Kaikkien Arkki2-linjan väylien ennakkoahoaltomittaus kerran vuodesa. Ennakkoahoaltomittauksien suorittaminen sovittava sähkökorjaamon ja LKT:n välillä LKT:n omat kunnossapitoasentajat tekevät väylille kuntotarkastuksia satunnaisesti vuoden aikana
Väylien rakenne-muutokset	<ul style="list-style-type: none"> Oikaisuvalssain(Oiva) <ul style="list-style-type: none"> väylä rakennettu alun perin väärin. Kaapelointi kulkee kenttäkoteloiden kautta, jossa väyläkaapeli katkottu ja liitetty riviliittimillä. Lisäksi maadoitukset ovat olleet puutteelliset Uusi kaapelointi tehtävä olmilla eteneväksi laitteelta laitteelle ilman turhia katkoksia. Terminoinnit OLMille ja väylän viimeiselle laitteelle Paketointi(Pake) <ul style="list-style-type: none"> Väylä toimii tällä hetkellä, mutta rakennettu periaatteeltaan väärin. OLMi syöttää väylää puolivälistä (tähtitopologia). Tähtitopologia ei ole paras mahdollinen topologia. Väylän signaalimuoto on huono. Epäilyä huonot maadoitukset tai ei maadoituksia ollenkaan.
Työmääräys	<ul style="list-style-type: none"> Osasto tekee huoltotyön Arttuun.
Mittauspöytäkirjojen sijoitus	<ul style="list-style-type: none"> Mittauspöytäkirjat sijoitettu K-asemalle juureen: K:\Sahkoteknisettyot\Sähköhoalto\Väylämittaukset
Dokumentointien virheet	<ul style="list-style-type: none"> Väylien dokumentit suurilta osin puutteellisia. Dokumenteista puuttuu seuraavat tiedot: <ul style="list-style-type: none"> laitteiden väyläosoitteet puuttuvat osasta dokumentteja mittauspisteet eli selkäliittimet olisi hyvä merkitä. Tämä helpottaa väylän mittauksessa, kun tiedetään mistä päästään väylään kiinni. Terminointeja ei ole merkitty kuviin Kaapelien pituudet olisi hyvä löytyä kuvista. Vianhaku tilanteessa voidaan heti verrata kaapelin pituutta käytettävään tiedonsiirtonopeuteen. Lisäksi väyläanalyysoittorin topology scan-toiminto voi mitata kaapeleiden pituudet vain 500kbit/s-1,5Mbit/s nopeutta käyttävistä väylistä.
Korjaavat toimenpiteet	<ul style="list-style-type: none"> OK3-kenttäväylässä olevien laitteiden jännitetaso laskenut. Epäillä OL-Mien syöttötehon heikentyneen. OLMit vaihdetaan seisakissa.

Jori Saaranen

